

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Модернизация автоматизированной системы блока подготовки газа
УДК 681.586-048.35:622.279.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Мироненко Иван Андреевич		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Берчук Денис Юрьевич			
Руководитель ООП	Воронин Александр Васильевич	доцент, к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	доцент, к.т.н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств. Уметь сочетать теорию, практику и методы для решения инженерных задач, и понимать область их применения
P2	Иметь осведомленность о передовом отечественном и зарубежном опыте в области теории, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.
P3	Применять полученные знания для определения, формулирования и решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных систем автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно–технических знаний и достижений мирового уровня, современных инструментальных и программных средств.
P4	Уметь выбирать и применять соответствующие аналитические методы и методы проектирования систем автоматизации технологических процессов и обосновывать экономическую целесообразность решений.
P5	Уметь находить необходимую литературу, базы данных и другие источники информации для автоматизации технологических процессов и производств.
P6	Уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и их использовать для ведения инновационной инженерной деятельности в области автоматизации технологических процессов и производств.
P7	Уметь выбирать и использовать подходящее программно – техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски работы коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Воронин А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3–8Т31	Мироненко Иван Андреевич

Тема работы:

Разработка автоматизированной системы блока подготовки газа	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 04.05.2018 3151/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является установка комплексной подготовки газа, а именно эжектор. Режим работы непрерывный.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1 Описание технологического процесса 2 Выбор архитектуры АС 3 Разработка структурной схемы АС 4 Функциональная схема автоматизации 5 Разработка схемы информационных потоков АС 6 Выбор средств реализации АС 7 Разработка схемы соединения внешних проводок 8 Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9 Разработка экранных форм АС</p>
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>1 Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Visio 2 Перечень входных/выходных сигналов ТП 3 Схема соединения внешних проводок, выполненная в Visio 4 Схема информационных потоков 5 Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MatLab 6 Алгоритм сбора данных измерений. Блок схема алгоритма 7 Дерево экранных форм 8 SCADA–формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта 9 Обобщенная структура управления АС 10 Трехуровневая структура АС</p>
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шаповалова Наталья Владимировна
Социальная ответственность	Невский Егор Сергеевич

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент АР ИШИТР	Берчук Д. Ю.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З–8Т31	Мироненко Иван Андреевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования – бакалавр
Период выполнения – осенний/весенний семестр 2017-2018 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.05.2018 г.	Основная часть	60
27.05.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.2018 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент АР ИШИТР	Берчук Д. Ю.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Учёная степень, звание	Подпись	Дата
Доцент АР ИШИТР	Леонов С. В.	К.Т.Н.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 83 страницы машинописного текста, 22 таблицы, 10 рисунков, 1 список использованных источников из 18 наименований, 7 приложений.

Объектом исследования является установка комплексной подготовки УКПГ.

Цель работы – разработка автоматизированной системы блока подготовки УКПГ с использованием ПЛК, на основе выбранной SCADA-системы.

В данном проекте была разработана система контроля и управления технологическим процессом на базе промышленных контроллеров Allen bradley, с применением SCADA-системы ViS@ 7.6.

Разработанная система может применяться в системах контроля, управления и сбора данных на различных промышленных предприятиях. Данная система позволит увеличить производительность, повысить точность и надежность измерений, сократить число аварий.

Ниже представлен перечень ключевых слов.

Установка комплексной подготовки газа, эжектор блок сепарации, клапан с электроприводом, автоматизированная система управления, пид-регулятор, локальный программируемый логический контроллер, hart-протокол, scada-система.

Содержание

1 Техническое задание	13
1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП	13
1.2 Назначение системы.....	13
1.3 Требования к техническому обеспечению	14
1.4 Требования к метрологическому обеспечению	14
1.5 Требования к программному обеспечению	15
2 Основная часть	17
2.1 Описание технологического процесса и предложение по модернизации	17
2.2 Выбор архитектуры АС.....	19
2.3 Разработка структурной схемы АС.....	19
2.4 Функциональная схема автоматизации.....	21
2.5 Разработка схемы информационных потоков эжектора	22
2.6 Выбор средств реализации эжектора.....	25
2.6.1 Выбор контроллерного оборудования	25
2.6.2 Выбор датчиков.....	27
2.6.3 Выбор исполнительных механизмов	35
2.7 Разработка схемы внешних проводок	36
2.8 Выбор алгоритмов управления эжектором	37
2.8.1 Алгоритм сбора данных измерений.....	38
2.8.2 Алгоритм автоматического регулирования	38
2.9 Экранные формы АС	42
3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности	46
3.1 Потенциальные потребители результатов исследования	46
3.1.1 Анализ конкурентных технических решений	46
3.1.2 SWOT – анализ	48
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	49
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	49
3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования	50
3.3 Бюджет научно-технического исследования.....	53
3.3.1 Расчет материальных затрат	53
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование.....	53
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	54
3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	55

3.3.5 Накладные расходы	55
3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	56
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	56
4 Социальная ответственность	63
4.1 Профессиональная социальная безопасность	64
4.1.1 Анализ вредных факторов	64
4.1.1.1 Повышенный уровень шума	64
4.1.1.2 Повышенный уровень вибрации	65
4.1.1.3 Электромагнитное излучение	66
4.1.2 Анализ опасных факторов	68
4.1.2.1 Электробезопасность	68
4.1.3 Экологическая безопасность	70
4.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	71
4.2.1 Пожарная безопасность	71
4.2.2 Взрывобезопасность	73
Заключение	74
Список используемых источников	75

Определения

автоматизированная система (АС) – комплекс аппаратных и программных средств, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса.

интерфейс (RS-232C, RS-422, RS-485, CAN) – совокупность средств (программных, технических, лингвистических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой.

видеокадр: область экрана, которая служит для отображения мнемосхем, трендов, табличных форм, окон управления, журналов и т.п.

мнемосхема: представление технологической схемы в упрощенном виде на экране АРМ.

мнемознак: представление объекта управления или технологического параметра (или их совокупности) на экране АРМ.

интерфейс оператора: совокупность аппаратно-программных компонентов АСУ ТП, обеспечивающих взаимодействие пользователя с системой.

профиль АС: определяется как подмножество и/или комбинации базовых стандартов информационных технологий и общепринятых в международной практике фирменных решений (Windows, Unix, Mac OS), необходимых для реализации требуемых наборов функций АС.

протокол (CAN, OSI, ProfiBus, Modbus, HART и др.): набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами.

технологический процесс (ТП): последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ.

архитектура автоматизированной системы: набор значимых решений по организации системы программного обеспечения, набор структурных элементов и их интерфейсов, при помощи которых конструируется АС.

ОРС-сервер: программный комплекс, предназначенный для автоматизированного сбора технологических данных с объектов и

предоставления этих данных системам диспетчеризации по протоколам стандарта OPC.

тег: метка как ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры.

modbus: коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер».

Обозначения и сокращения

OSI (Open Systems Interconnection) – Эталонная модель взаимодействия открытых информационных систем;

PLC (Programmable Logic Controllers) – Программируемые логические контроллеры (ПЛК);

HMI (Human Machine Interface) –Человеко-машинный интерфейс;

OPC (Object Protocol Control) – протокол для управления процессами;

IP (International Protection) – Степень защиты;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;

КИПиА– контрольно-измерительные приборы и автоматика;

Введение

УКПГ предназначены для подготовки газа методом низкотемпературной сепарации (НТС) и подготовки стабильного конденсата методом последовательной дегазации и выветривания в емкостях с нагревом и массообменной секцией.

В выпускной квалификационной работе рассматривается модернизация автоматизированной системы управления блока подготовки газа на установке комплексной подготовки газа.

АСУ ТП блока подготовки газа разрабатывается на базе существующего контроллера АСУ ТП Schneider Electric. В качестве автоматизированных рабочих мест (АРМ) персонала (операторов печей, начальника смены, инженера АСУ ТП, инженера КИПиА, оператора-стажёра) используются существующие АРМ АСУ ТП.

Целью выпускной квалификационной работы стала модернизация автоматизированной системы управления блоком подготовки газа. Модернизация данного проекта позволит систематизировать и расширить базу теоретических знаний, а также приобрести практические навыки в сфере проектирования автоматизированных систем объектов нефтегазовой отрасли.

Для достижения поставленной цели в процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- 1 разработка технического задания;
- 2 изучение и описание технологического процесса;
- 3 разработка графических материалов:
 - принципиальной технологической схемы;
 - схемы структурной комплекса технических средств;
 - схем автоматизации;

- схем соединений внешних проводок;
 - чертежей видеокадров (мнемосхем);
- 4 выбор комплекса технических средств;
- 5 разработка перечней входных/выходных сигналов и данных;
- описание алгоритмов.

1 Техническое задание

1.1 Основные задачи и цели создания АСУ ТП

Основными целями создания АСУ ТП являются:

- повышение производительности оборудования; сокращение обслуживающего персонала; сокращение потерь всех видов ресурсов;
- улучшение качества подготовки обессоленной и обезвоженной нефти;

Основными задачами создания АСУ ТП являются:

1. утилизация газа выветривания из разделителя эжектором,
2. правильное и точное выполнение требований технологического регламента, исключение ошибочных действий оперативного производственного персонала при ведении технологического процесса;
3. улучшение и повышение уровня условий труда эксплуатационного персонала, за счет централизации рабочих мест, различного, разнообразного и удобного представления оперативной информации, экранных форм (мнемосхем);
4. повышение уровня безопасности технологических процессов посредством использования высоконадежных средств сигнализации, блокировок и защит с минимальным периодом реагирования на изменения;
5. реализация дистанционного контроля и управления всей системой с щита оператора.

1.2 Назначение системы

Эжекторы предназначены для:

- увеличения добычи газа из скважин с низким давлением и утилизации газа выветривания на нефтеперерабатывающих заводах.

- закачивания газа в подземные хранилища.
- откачки газа из магистральных трубопроводов при остановке их на профилактику.

Эжектор предназначен для сжатия низконапорного газа выветривания.

1.3 Требования к техническому обеспечению

В данной работе должны использоваться датчики и исполнительное оборудование, которое будет соответствовать условиям эксплуатации. При этом внешние части используемого оборудования, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайных прикосновений и иметь заземление.

Все используемые датчики должны иметь унифицированный ток на выходе из диапазона 4...20 мА, а также HART протокол для контроля технологических параметров.

Степень защиты технических средств (датчиков, контроллера и исполнительных устройств) от пыли и влаги должна быть не менее IP56.

Все датчики и исполнительные элементы должны быть устойчивыми к воздействию агрессивных сред, а также соответствовать требованиям пожаро- и взрывобезопасности.

Контроллеры должны иметь модульную архитектуру, позволяющую свободную компоновку каналов ввода/вывода.

1.4 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение осуществляется в целях создания основы обеспечения качества газа и получения результатов измерений, использование которых позволяет:

- эффективно вести технологический процесс при соблюдении условий безопасности;
- исключить или свести к минимуму риск принятия ошибочных решений и действий при управлении оборудованием;

- достоверно контролировать безопасность обслуживающего персонала и состояние окружающей среды.

Основная относительная погрешность измерений датчиков давления, должна быть менее 1%.

Для измерения температуры, основная относительная погрешность измерений датчиков температуры, должна быть менее 0,5%.

В измерение системы входят следующие компоненты: датчики, преобразователи, устройства связи с объектом (контроллеры), линии связи, программное обеспечение. В состав системы разрешается включать вышеуказанные компоненты, прошедшие Государственную поверку на соответствие действующей на них нормативно-технической документации.

1.5 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение автоматизированной системы должно включать в себя:

- системное программное обеспечение - операционные системы;
- инструментальное программное обеспечение;
- общее прикладное программное обеспечение;
- специальное прикладное программное обеспечение.

Программное обеспечение, которое входит в состав терминала должно иметь русскоязычный интерфейс, лицензионный антивирус, при этом доступ к терминалу возможен только зарегистрированным пользователям, которые прошли аутентификацию.

Также программное обеспечение должно обеспечивать следующие функции:

- создание распределённой базы данных и возможность доступа к ней;
- обработку и хранение параметров и данных полученных с датчиков во время протекания технологического процесса;

- отображение мнемосхем (видеокадров) для визуализации на АРМ оператора состояния технологических объектов в режиме реального времени;
- возможность изменения параметров технологического процесса;
- создание унифицированной электронной документации, отчетов (рапортов, протоколов).

2 Основная часть

2.1 Описание технологического процесса и предложение по модернизации

Блок подготовки газа (БПГ) предназначен для подготовки, редуцирования и поддержания давления газа на выходе на заданном уровне при газоснабжении потребителей.

Блок подготовки газа представляет собой блочно-комплектное устройство полного заводского изготовления – с установленным технологическим оборудованием и трубопроводами, системами автоматизации, вентиляции, отопления и освещения.

Для естественного освещения установлены окна, являющиеся одновременно легкобрасываемыми конструкциями.

Работа БПГ основана на сепарации (отделении конденсата и взвешенных механических примесей) газа, поступающего из внешнего газопровода, последующем подогреве его в теплообменнике, редуцировании и поддержании заданного давления, необходимого для потребителей.

Технологический процесс подготовки газа на установки комплексной подготовки газа осуществляется методом низкотемпературной сепарации с использованием энергии расширения газа.

Из сборного коллектора, газ направляется в технологические нитки (рисунок 1). После сепаратора С-101, где происходит отделение капельной влаги и углеводородного конденсата, газ поступает в теплообменник первой ступени Т-101Ю где охлаждается обратным потоком газа, для регулирования степени охлаждения газа теплообменник Т-101, где охлаждается обратным потоком газа. Для регулирования степени охлаждения газа теплообменник Т-101 оборудования байпасом по обратному потоку газа. После этого газ поступает в сепаратор С-102, где от него отбивается влага и углеводородный конденсат и направляется в теплообменник Т-102. Здесь газ охлаждается обратным потоком газа и поступает на дросселирование.

Основной поток газа через регулирующий штуцер дросселируется и дается за счет дроссель-эффекта.

Часть газа в качестве активного потока идет через эжектор, в котором утилизируется газ выветривания установки разделения и дегазации конденсата.

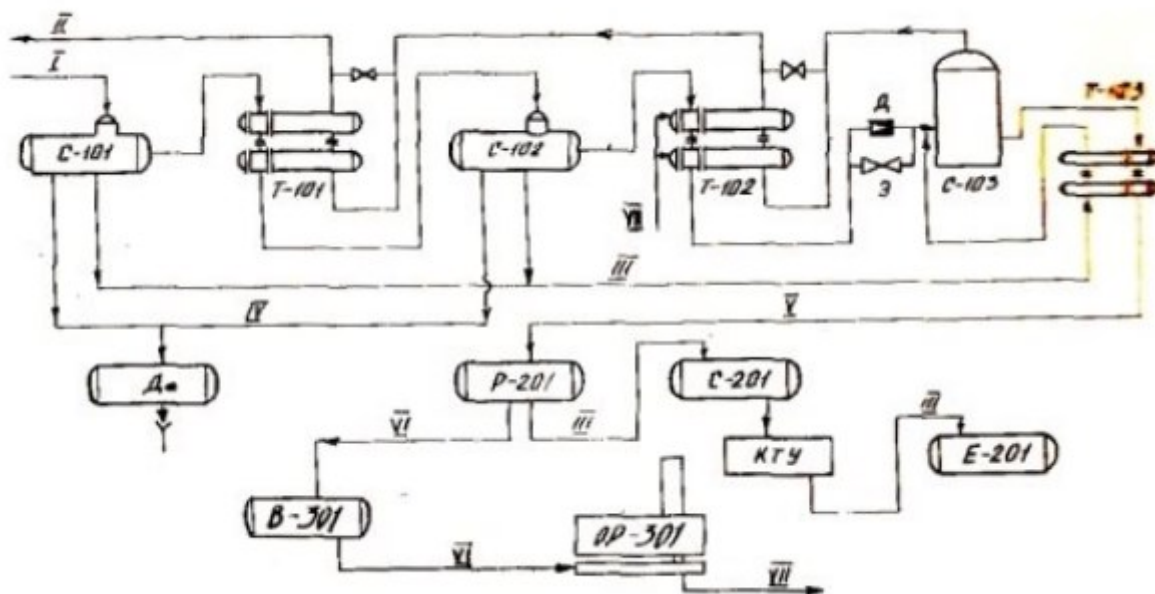


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема НТС УКПГ. С-101, С-102 – горизонтальные сепараторы I и II ступеней; Т-101, Т-102, Т-103 – теплообменники; Д – дроссель; Э – эжектор; С-103 – низкотемпературный сепаратор; Де – дегазатор пластовой воды; Р-201 – разделитель; В-301 – выветриватель; С-201 – сепаратор; ОР-301 – огневой регенератор; КТУ – концевая трапная установка; Е-201 – емкость; I – сырой газ; II – осушенный газ; III – конденсат; IV – вода; V – НДЭГ + конденсат; VI – НДЭГ; VII – РДЭГ

В ВКР предлагается автоматизация эжектора блока подготовки газа установки комплексной подготовки газа на базе существующей системы автоматизации.

Существующая система автоматизации включает в себя контроллерное оборудование Schneider Electric M238. Датчики температуры

Метран-274, датчики давления Метран-150, датчики загазованности Drager Polytron, расходомер Метран-350, расходомеры турбинный ЭМИ-ПЛАСТ 2200.

Функциональная схема эжектора приведена в приложении А.

2.2 Выбор архитектуры АС

Профиль – это набор стандартов, ориентированных на решение конкретных задач. Профиль является основой для разработки или модернизации архитектуры АС является профиль. Основная цель профиля заключается в:

- уменьшение затрат на трудоемкость проекта АСУ;
- повышение качества оборудования, которое используется для модернизации АСУ;
- увеличение масштабов автоматизированной системы управления при необходимости в дальнейшем;
- возможность функциональной интеграции задач информационных систем.

Профили АСУ содержат следующие группы [1]:

- прикладное ПО;
- среда разработки АСУ;
- защита информации АСУ;
- инструментальные средства АСУ.

Для модернизации АСУ будут использоваться следующие профили:

- профиль прикладного ПО: SCADA – Master SCADA»;
- среда разработки: ОС Windows 7;
- защита информации: стандартные средства защиты Windows.

2.3 Разработка структурной схемы АС

Объектом управления является эжектор, в соответствии с ТЗ разработаем систему автоматизированного управления задвижками с

электроприводом. Эжектор служит для смешивания основного газа, поступающего с теплообменника, и газа выветривания, поступающего с разделителя, с целью повышения давления газа. Затем газ поступает на низкотемпературный сепаратор.

В рамках данной выпускной квалификационной работы выберем трехуровневую архитектуру системы. Специфика каждой конкретной системы управления определяется используемой на каждом уровне программно-аппаратной платформой.

Автоматизированная система управления технологическим процессом имеет трёхуровневую схему, которая представлена в приложении Б.

Нижний (полевой) уровень содержит в себе первичные датчики (измерительные преобразователи), они выполняют сбор информации о ходе технологического процесса, приводов и исполнительных устройств, реализующих регулирующее и управляющее воздействия.

Средний (контроллерный) уровень содержит в себе контроллеры и прочие устройства аналого-цифрового, цифро-аналогового, дискретного, импульсного и т.д. преобразования, и устройства для сопряжения с верхним уровнем.

Основой верхнего (информационно-вычислительного) состоит из компьютеров, объединенных в локальную сеть Ethernet с использованием в качестве передающей среды медной витой пары или оптоволокна (на дальние расстояния). Протокол передачи данных – для удаленных подключений ТСР/IP.

С нижнего уровня полевые датчики передают информацию на контроллерный уровень программируемому логическому контроллеру, который в свою очередь, выполняет следующие задачи:

- собирает, обрабатывает и хранит всю информацию о состоянии технологического процесса и информацию о параметрах используемого оборудования;
- автоматизированное управление технологическим процессом;

- выполняет команды, которые поступают с пункта управления;
- обменивается информацией с пунктом управления.

В свою очередь информация с ПЛК передаётся в сеть диспетчерской посредством коммутатора, расположенного на информационно-вычислительном уровне, который выполняет следующие задачи:

- собирает данные, поступающие с ПЛК со среднего уровня;
- обрабатывает данные, при этом масштабируя их;
- поддерживает единое время всей системы;
- синхронизирует работу подсистем;
- организует создание архивов по заданным параметрам;
- обменивается информацией со средним уровнем.






Операторская состоит из нескольких станций управления, которыми являются компьютеры оператора АСУ. Также в операторской расположен сервер БД. На экранах оператора АСУ отображаются технологические процессы и оперативное управление.

Для взаимодействия контроллера на нижнем уровне с полевыми датчиками и исполнительными устройствами используются каналы связи. Контроллер среднего уровня и концентратор верхнего уровня взаимодействуют посредством локальной сети Ethernet. Также используя локальные сети Ethernet взаимодействуют между собой концентратор верхнего уровня и компьютеры оператора АСУ.

2.4 Функциональная схема автоматизации

Согласно ГОСТ 21.408–13 при разработке функциональной схемы были использованы следующие величины:

- Q – загазованность;
- F – расход;
- T – температура;
- P – давление;

	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту.
	Прибор для измерения расхода бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту
	Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту.
	Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный на щите.
	Прибор для измерения температуры бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту.

В соответствии с заданием спроектирована функциональная схема автоматизации по ГОСТ 21.408-13 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов».

- На схеме представлены каналы измерения (2, 3, 6, 6, 7);
- Каналы регулирования (1, 4);
- Канал сигнализации (8).

Функциональная схема автоматизации приведена в приложении Г.

2.5 Разработка схемы информационных потоков эжектора

Схема информационных потоков представляет собой трехуровневую архитектуру сбора и хранения информации:

- полевой уровень (сбор и обработка информации);
- средний уровень (уровень текущего хранения);
- верхний (уровень архивного хранения)

На нижнем уровне собирается информация с полевых устройств, то есть данные аналоговых и дискретных сигналов.

Средний уровень представляет собой базу данных, которая является как приемником, запрашивающим данные от внешних систем, так и их источником. База данных выполняет роль маршрутизатора информационных потоков от систем автоматики и телемеханики к графическим экранным формам АРМ-приложений. На этом уровне из полученных данных ПЛК формирует пакетные потоки информации. Сигналы между контроллерами и между контроллером верхнего уровня и АРМ оператора передаются по протоколу Ethernet.

Параметры, передаваемые в локальную вычислительную сеть в формате стандарта OPC, включают в себя:

- давление газа, поступающего от разделителя второй степени на вход эжектора, МПа;
- температура газа, поступающего от разделителя второй степени на вход эжектора, °С;
- давление газа, поступающего от теплообменника на вход эжектора, МПа;
- температура газа, поступающего от теплообменника на вход эжектора, °С;
- объем газа на выходе эжектора, м³/ч,
- температура газа на выходе эжектора, °С,
- давление газа на выходе эжектора, МПа,

Каждый элемент контроля и управления имеет свой идентификатор (ТЕГ), состоящий из символьной строки. Структура шифра имеет следующий вид:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD,

где

1. AAA – параметр, 3 символа, может принимать следующие значения:
 - PRS – давление;
 - TEM – температура;

- FLW – расход;
 - ANS – анализатор.
2. BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:
- PPI – трубопровод входной;
 - PPO – трубопровод выходной
 - INS – помещение.
3. CCCC – измеряемая среда, не более 4 символов:
- GAZ – газ;
 - ZAGZ – загазованность.
4. DDDDD – примечание, не более 5 символов:
- REG – регулирование;
 - ALARM – аварийная сигнализация;

Знак подчеркивания _ в данном представлении служит для отделения одной части идентификатора от другой и не несет в себе какого-либо другого смысла.

Кодировка всех сигналов в SCADA-системе представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Кодировка всех сигналов в SCADA-системе

Кодировка	Расшифровка кодировки
FLW_PPO_GAZ	Расход газа на выходе из эжектора
PRS_PPI	Давление газа на входе в эжектор от теплообменника
PRS_PPO	Давление газа на входе в эжектор от разделителя
TEM_PPI	Температура газа на входе в эжектор от теплообменника
TEM_PPO	Температура газа на входе в эжектор от разделителя
ANS_INS_ZAGZ_ALARM	Аварийная граница загазованности помещения
PPI_REG	Управление задвижкой на входном трубопроводе в эжектор от теплообменника
PPO_REG	Управление задвижкой на входном трубопроводе в эжектор от разделителя
REG_PPI_ALARM	Аварийное закрытие задвижки на входном трубопроводе в эжектор от теплообменника
REG_PPO_ALARM	Аварийное закрытие задвижкой на входном трубопроводе в эжектор от разделителя

2.6 Выбор средств реализации эжектора

Задачей выбора программно-технических средств реализации проекта АС является анализ вариантов, выбор компонентов АС и анализ их совместимости.

Программно-технические средства программно-аппаратного комплекса включают в себя: измерительные и исполнительные устройства, контроллерное оборудование, а также системы сигнализации.

Измерительные устройства (датчики) осуществляют сбор информации о технологическом процессе. Исполнительные устройства (задвижки) преобразуют электрическую энергию в механическую или иную физическую величину для осуществления воздействия на объект управления в соответствии с выбранным алгоритмом управления. Контроллерное оборудование выполняют задачи вычисления и логических операций.

При выборе измерительных устройств руководствовались техническим заданием отбор проводился по погрешности измерения, выходному сигналу, учитывалась безопасность исполнения.

2.6.1 Выбор контроллерного оборудования

Так как в существующей системе автоматизации уже имеется контроллер Schneider Electric, то для экономически не эффективно покупать другой контроллер, а тем более делать две независимых системы. Поэтому будем использовать существующий контроллер Schneider Electric M238 (рисунок 2).



Рисунок 2 – Schneider Electric M238

Компактные контроллеры Modicon M238 представляют собой универсальные («all-in-one») малогабаритные устройства (размеры, не включая модули расширения, составляют 157 x 118 x 86 мм).

Характеристики моделей TM238 LDD24DT и TM238 LFDC24DT с питанием 24 В пост. тока:

- входы 14 x 24 В пост. тока, в том числе 8 быстродействующих входов, предназначенных для реализации специальных функций, например, функции быстродействующего счетчика (HSC);
- полупроводниковые выходы 10 x 24 В пост. тока, в том числе 4 быстродействующих выхода, предназначенных для реализации специальных функций, например, ШИМ и РТО (выход для группы импульсов);
- последовательный интерфейс RS 232/RS 485 (сеть SoMachine, Modbus, протоколы ASCII).

Кроме того, модель TM238 LFDC24DT имеет также:

- интерфейс ведущего устройства шины CANopen;
- дополнительный последовательный интерфейс RS 485 (сеть SoMachine, Modbus, протоколы ASCII)

Количество входов и выходов во всех четырех моделях может быть увеличено путем добавления с правой стороны базового контроллера до 7 модулей расширения соответствующего типа:

- дискретные модули TM2 DDI/DDO/DMM/DRA;
- аналоговые модули TM2 AMI/ALM/ARI/AMO/AVO/AMM;
- до 3 быстродействующих счетчиков TM200 HSC206DT/DF;
- до 2 ведущих моделей AS-Interface TWD NOI 10M3.

2.6.2 Выбор датчиков

2.6.2.1 Выбор расходомера

Выбор расходомера проходил из представленных датчиков расходомеров: вихревой расходомер Prowirl 72W, вихревой расходомер газа Rosemount 8600D и вихревой расходомер Kobold DVH. Сравнительная таблица для выбора расходомера приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение расходомера

	Prowirl 72W	Rosemount 8600D	Kobold DVH
Измеряемые среды	газ, пар и жидкости	газ, пар и жидкости	газ, пар и жидкости
Степень защиты	IP 67 (NEMA 4X), в соответствии с EN 60529	IP66 по ГОСТ 14254.	IP66
Измерительный	Вихревой	Вихревой	Вихревой
Измеряемый объемный расход	60 кг/ч	61,2 кг/ч	0,2 - 5 ...32 - 970 м³/h
Температура измеряемой среды	– 200 ... + 400 °C	–50 ... + 250 °C	– 200 ... + 400 °C
Выходные сигналы	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART	4-20 мА + HART
Время наработки на отказ	25 000 ч	50 000 ч	40 000 ч



Рисунок 3 – Вихревой расходомер Rosemount 8600D

В результате анализа был выбран Rosemount 8600D (Рисунок 3), так как он удовлетворяет требованиям для работы с агрессивными средами и имеет подходящий диапазон измерения расхода, согласно техническому заданию имеется выходной сигнал 4-20 мА с протоколом HART. При этом у данного расходомера надежность выше чем у рассмотренных других.

Расходомер Rosemount 8600 обеспечивает превосходную надежность при использовании в системах общего назначения. Принцип действия расходомера основан на эффекте образования вихрей поочередно с каждой стороны тела обтекания, помещенного в поток среды. Частота образования вихрей прямо пропорциональна скорости среды и соответственно объемному расходу. Вихревой расходомер Rosemount 8600 Utility™ повышает надежность и снижает стоимость монтажа путем сведения к минимуму возможных мест утечки и устранения необходимости в импульсных линиях.

Достоинства:

- оптимальное решение для общих применений: насыщенный и перегретый пар, чистые газы, деминерализованная вода;
- высокая устойчивость к вибрации за счет оптимизированной конструкции и балансировке по массе сенсора вихрей, адаптивной цифровой обработке сигнала (ADSP);

- встроенные самодиагностика расходомера и функция проверки преобразования блоком электроники сигнала с сенсора вихрей;
- два способа поверки расходомера: проливным и беспроливным (имитационным) методом.

Исполнение MultiVariable™ - встроенный датчик температуры (опция МТА):

- вычисление массового расхода насыщенного пара с компенсацией по температуре;
- обслуживание/замена датчика температуры без прерывания технологического процесса

Выходы в вихревом расходомере Rosemount 8600 в исполнении 4...20 мА/HART позволяют реализовать вывод расчетных значений объемного расхода и, в случае постоянства рабочих условий, массового расхода и приведенного к стандартным условиям объемного расхода через токовый выход и дополнительно через импульсный выход либо через выходной сигнал состояния в виде предельного значения.

2.6.2.2 Выбор датчиков давления

Выбор датчика давления исходил из представленных ниже вариантов датчиков: датчик давления Yokogawa- EЈX-A, датчик давления Сапфир-22М, Rosemount 3051С и Метран-75.

Таблица 3 – Сравнение датчиков давления

Критерии выбора	Сапфир-22М	Rosemount 3051С	Yokogawa-EЈX-A	Метран-75
Измеряемая среда	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар	Газ, жидкость, пар
Диапазоны пределов измерений	0–15 МПа	0–27,5МПа	0–100МПа	0–25 МПа
Предел допускаемой погрешности	0,25%	0,075%	0,04%	0,075%

Перестройка диапазонов измерений	-	100:1	-	100:1
Выходной сигнал	4–20мА	4–20мА +HART	4–20мА +HART	4–20мА +HART
Взрывозащищенность	Ex	ExiaIICT5	EExdIIC T6...T4	ExdIICT5
Температура окружающей среды	-50 +80 °С	-40 +85°С	-40 +120 °С	-40 +85 °С
Степень защиты от пыли и воды	-	IP65	IP67	IP66
Среднее время наработки на отказ	30 000 ч	150 000 ч	150 000 ч	150 000 ч



Рисунок 4 – Преобразователь давления Rosemount 3051C

В результате анализа был выбран датчик давления Rosemount 3051C (Рисунок 4), потому что он имеет аналоговый выход 4-20 мА/HART, подходит для работы с агрессивными средами в нужном диапазоне температур. При этом время наработки на отказ 150 000 часов, имеется взрывозащищенное исполнение, а стоимость ниже чем у Yokogawa и Метран.

Rosemount 3051C - это датчики с сенсорным модулем на базе емкостной ячейкой для измерения перепада давлений, избыточного, абсолютного давления с верхними пределами измерений от 0,025 до 27580 кПа.

2.6.2.3 Выбор датчика температуры

Выбор датчика температуры проходил из следующих вариантов приборов: WIKAUT10, Метран 281 и Yokogawa DTSX200. Сравнительный анализ датчиков приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнительный анализ датчиков температуры

Критерии выбора	WIKA UT10	Метран 281	Yokogawa DTSX200
Измеряемые среды	Нейтральные и агрессивные среды	Нейтральные и агрессивные среды	В жидких и газообразных средах
Диапазон измеряемых температур	-30 +150 °C	-50 +500 °C	- 200 + 800
Предел допускаемой погрешности	0,1%	0,25%	0,15%
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА+HART	4–20мА
Взрывозащищенность	EExiaIICT6	ExdIICT6	ExdeIICT6
Температура окружающей среды	-40 +60 °C	-50 +85 °C	-4 +65 °C
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP67	IP65	IP67
Среднее время наработки на отказ	15 000 ч	20 000 ч	20 000 ч

Выбран датчик температуры Метран-281. Так как удовлетворяет по техническим характеристикам как взрывозащищенность, надежность, необходимый диапазон температур. А также пределу допускаемой погрешности.

Метран-281 (рисунок 5) датчики температуры для точных измерений в составе автоматических систем управления технологическими процессами. Передача информации об измеряемой температуре в виде постоянного тока 4-20 мА или по цифровому каналу в соответствии с HART-протоколом. Конструктивно ПТ Метран-281 состоит из первичного преобразователя и

преобразователя измерительного (ПИ), встроенного в корпус соединительной головки.



Рисунок 5 – Датчик температуры Метран-281

Чувствительный элемент первичного преобразователя и встроенный в головку датчика измерительный преобразователь преобразуют измеряемую температуру в унифицированный выходной сигнал постоянного тока, что дает возможность построения АСУТП без применения дополнительных нормирующих преобразователей.

2.6.2.4 Выбор газоанализатора

В качестве газоанализаторов рассмотрены Dräger Polytron 2XP Ex, газоанализаторы ИДК-09, газоанализаторы ДАК. Сравнительный анализ приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительный анализ газоанализаторов

Критерии выбора	Dräger Polytron 2XP Ex	ИДК-09	Газоанализатор ДАК
Выходной сигнал	4–20мА +HART	4–20мА+HART	4–20мА+HART
Взрывозащищенность	EExiaIICT6	1ExiaIICT4X	ExdeIICT6
Время реакции	40 с	Не более 30 с	60 с
Срок службы	5 лет	5 лет	5 лет
Степень защиты от пыли и воды	IP67	IP65	IP66/68
Среднее время наработки на отказ	25 000 ч	30 000 ч	15 000 ч

В качестве газоанализатора будем использовать ИДК-09 (рисунок 6). Выбор основан на показателях надежности, наличием взрывозащищенного исполнения, а также временем реакции.



Рисунок 6 – Газоанализатор ИДК-09

Газоанализаторы ИДК-09 предназначены для измерений до взрывоопасных концентраций метана, пропана, гексана и объемной доли диоксида углерода в воздухе рабочей зоны.

ИДК-09 обеспечивает выполнение следующих функций:

- отображает измеренную текущую концентрацию на семисегментном светодиодном индикаторе;
- имеет сигнализацию на единичных индикаторах достижения концентрации «Порог 1» и «Порог 2»;
- имеет сигнализацию состояния на единичном индикаторе «Отказ»;

- обменивается данными с локальной вычислительной сетью автоматизированной системы управления технологическим процессом (ЛВС АСУ ТП) или системой телемеханики по HART-совместимому протоколу;
- обменивается данными с ЛВС АСУ ТП или системой телемеханики по аналоговому сигналу (4 - 20) мА;
- присутствует возможность установки параметров посредством встроенных индикатора и клавиатуры.

2.6.3 Выбор исполнительных механизмов

2.6.3.1 Выбор регулирующей задвижки

Исполнительным устройством называется устройство в системе управления, непосредственно реализующее управляющее воздействие со стороны регулятора на объект управления путем механического перемещения регулирующего органа.

Регулирующее воздействие от исполнительного устройства должно изменять процесс в требуемом направлении для достижения поставленной задачи – стабилизации регулируемой величины.

В качестве регулирующей задвижки будем использовать задвижку AVK фланцевую для газа с электроприводом AUMA (рисунок 7).



Рисунок 7 – Задвижка AVK фланцевая для газа с электроприводом AUMA

Задвижка обладает следующими достоинствами: относительно небольшой строительной длиной, прямоотчностью, низким коэффициентом гидравлического сопротивления, возможностью подачи рабочей среды в любом направлении, эффективностью применения для больших диаметров, достаточной герметичностью запорного органа, возможностью применения в широком диапазоне рабочих сред, температур и различных условий эксплуатации.

На выбранной задвижке используется электропривод AUMA DN 50-400, имеющий следующие характеристики:

Таблица 6 – Технические характеристики привода

Техническая характеристика	Значение
Тип сигнала управления	4-20 мА
Класс защиты	IP 67
Тип двигателя	Асинхронный
Температурный диапазон, °С	От -40 ... до +90

2.7 Разработка схемы внешних проводок

Схема внешней проводки приведена в приложении Е. Аналоговые сигналы 4 – 20 мА, приходящие со всех датчиков и исполнительных механизмов, по контрольным кабелям поступают в клеммные соединительные коробки, откуда они попадают на щит оператора. Клеммная соединительная коробка (КСК) предназначена для соединения кабелей при монтаже различного технологического оборудования.

Используем для прокладки искробезопасных аналоговых цепей (4-20 мА + HART) с количеством жил до 4 с учетом резерва. В качестве кабеля типа А выбран кабель КВВГЭнг(А)- LS

КВВГЭнг (А) – это конструкция из круглых медных жил, которые заключены в изоляцию и пластиковую оболочку. Сердцевина – это скрученные жилы с изоляцией разного цвета. Оболочка плотно прилегает к сердцевине.

В конструкции кабеля не предусмотрена броня, что может привести к механическому повреждению, поэтому он нуждается в дополнительной защите. Данный факт следует предусматривать при монтаже, например при укладке в различные траншеи.

Кабель КВВГЭнг (А) состоит из:

- однопроволочной токопроводящей медной круглой жилы класса 1 (ГОСТ 22483);

- изоляции из поливинилхлоридного пластика, обладающими свойствами низкой пожароопасности;
- сердцевины, которая имеет до 5-х жил с изоляцией разного цвета;
- экран или обмотка из фольги (медная или алюминиевая), что при допустимых изгибах гарантирует сохранность сплошности экрана;
- оболочки из поливинилхлоридного пластика с пониженным свойством горючести.

2.8 Выбор алгоритмов управления эжектором

В автоматизированной системе на разных уровнях управления используются различные алгоритмы:

- алгоритмы пуска (запуска)/ остановки технологического оборудования (релейные пусковые схемы) (реализуются на ПЛК и SCADA-форме),
- релейные или ПИД-алгоритмы автоматического регулирования технологическими параметрами технологического оборудования (управление положением рабочего органа, регулирование давления, и т. п.) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы управления сбором измерительных сигналов (алгоритмы в виде универсальных логически завершенных программных блоков, помещаемых в ППЗУ контроллеров) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы автоматической защиты (ПАЗ) (реализуются на ПЛК),
- алгоритмы централизованного управления АС (реализуются на ПЛК и SCADA-форме) и др.

В данном ВКР проекте разработаны следующие алгоритмы АС:

- алгоритм сбора данных измерений,
- алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

2.8.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения выберем канал измерения температуры на входе эжектора. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Алгоритм сбора данных с канала измерения температуры на входе эжектора представлен в приложении Ж. Алгоритм работает следующим образом. Сначала идет инициализация показаний. Далее идет проверка на обрыв, проверяется условие $TEM_PPI > 4$ мА. Если меньше, то выдается информация на панель оператора об ошибке (разрыв линии). Если условие больше чем 4 мА, то проверяется условие $TEM_PPI < 20$ мА. Если более 20 мА, то выдается сообщение у оператора, об аварии и ошибке. Если условие менее 20 мА, то проверяется каждая уставка на предупредительные верхние и нижние температуры, на аварийные верхние и нижние температуры. Далее сигнал масштабируется и переводится в °С.

2.8.2 Алгоритм автоматического регулирования

В процессе работы УКПГ необходимо поддерживать давление в трубопроводе, поступающем от разделителя на эжектор, чтобы оно не превышало заданного уровня, исходя из условий прочности трубопровода, и не падало ниже заданного уровня. Поэтому в качестве регулируемого параметра технологического процесса выбираем давление газа в трубопроводе на входе в эжектор. В качестве алгоритма регулирования будем использовать алгоритм ПД регулирования, который позволяет обеспечить хорошее качество регулирования, достаточно малое время выхода на режим и невысокую чувствительность к внешним возмущениям.

Объектом управления является участок трубопровода, выходящий из разделителя второй степени. С панели оператора задается давление, которое необходимо поддерживать в трубопроводе. Далее это давление приводится к унифицированному токовому сигналу 4-20 мА и подается на ПЛК. В ПЛК также подается значение с датчика давления, происходит сравнение значений, и формируется выходной токовый сигнал. Этот сигнал подается на

преобразователь, на выходе которого имеет напряжение питания электропривода задвижки. Задвижка с электроприводом преобразует электрическую энергию в поступательное движение штока задвижки, в результате чего происходит изменение давления в трубопроводе.

В процессе управления объектом необходимо поддерживать давление на выходе равное 3 МПа, поэтому в качестве передаточной функции задания выступает ступенчатое воздействие, которое в момент запуска программы меняет свое значение с 0 до 3.

Обычно объектом управления является участок трубопровода между точкой измерения давления и регулирующим органом.

Передаточная функция участка трубопровода будет равна:

$$W(s) = \frac{Q_k(s)}{Q(s)} = \frac{1}{Ts + 1} e^{-\tau_0 s},$$

τ_0 – запаздывание;

T – постоянная времени.

Постоянная времени объекта и запаздывание находятся по следующим формулам:

$$T = \frac{2Lf c^2}{Q}, \tau_0 = \frac{Lf}{Q}, c = \frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}}, f = \frac{\pi d^2}{8}.$$

L – длина участка трубопровода между точкой измерения и точкой регулирования;

f – площадь сечения трубы;

ρ – плотность жидкости;

Δp – перепад давления на трубопроводе;

d – диаметр трубы.

Преобразуем представленные выше формулы:

$$T = \frac{2Lf}{Q} \cdot \left(\frac{Q}{f} \sqrt{\frac{\rho}{2\Delta p}} \right)^2 = \frac{LQ}{f} \cdot \frac{\rho}{\Delta p}, \tau_0 = \frac{L}{Q} \cdot \frac{\pi r^2}{2}.$$

Параметр	Количество
Плотность газа	838 кг/м ³
Объемный расход газа	480 м ³ /ч
Длина участка трубопровода	5 м
Диаметр трубы	200 мм
Перепад давления на трубопроводе	1 МПа

Рассчитаем передаточную функцию объекта управления:

$$T = \frac{LQ}{f} \cdot \frac{\rho}{\Delta p} = \frac{5 \cdot \frac{480}{3600}}{\frac{3.14 \cdot 0.2^2}{8}} \cdot \frac{838}{101971} = 0.35 \text{ с},$$

$$\tau_0 = \frac{L}{Q} \cdot \frac{\pi d^2}{8} = \frac{5}{\frac{480}{3600}} \cdot \frac{3.14 \cdot 0.2^2}{8} = 0.59 \text{ с},$$

$$W(s) = \frac{1}{Ts + 1} e^{-\tau_0 s} = \frac{1}{0.35s + 1} e^{-0.59s}.$$

Регулирующая задвижка описывается интегральным звеном:

$$W_3(p) = \frac{1}{J_3 \cdot p},$$

$$J_3 = 0,5 \cdot \rho \cdot L \cdot f \cdot r^2$$

Передаточная функция будет выглядеть следующим образом:

$$W_3(p) = \frac{1}{0,419 \cdot p},$$

Исполнительный электропривод в упрощенном виде может быть представлен с помощью апериодического звена первого порядка:

$$W_{дв}(p) = \frac{K_{дв}}{T_{дв} \cdot p + 1},$$

$$T_{дв} = \frac{\omega_n J}{M_k}, \quad K_{дв} = \frac{\omega_n}{f_{max}}$$

$\rho, \text{ кг/м}^3$	890
$L, \text{ м}$	3
$\omega_H, \text{ рад/с}$	1000
$M_K, \text{ Н}\cdot\text{м}$	60
$J, \text{ кг}\cdot\text{м}^2$	0,45
$I_{max}, \text{ А}$ (максимальный ток управляющего сигнала ЧП)	20

Значения параметров взяты из паспортов изделий [3]. Полученная передаточная функция выглядит следующим образом:

$$W_{дв}(p) = \frac{K_{дв}}{T_{дв} \cdot p + 1} = \frac{3,14}{1,18 \cdot p + 1}$$

Как и электропривод, частотный преобразователь в упрощенном виде определяется апериодическим звеном первого порядка:

$$W_{чп}(p) = \frac{K_{чп}}{T_{чп} \cdot p + 1},$$

$$T_{чп} = \frac{T_{дв}}{3}, K_{чп} = \frac{f_{max}}{I_{max}}$$

В соответствии с данными, передаточная функция выглядит следующим образом:

$$W_{чп}(p) = \frac{2,5}{0,393 \cdot p + 1}$$

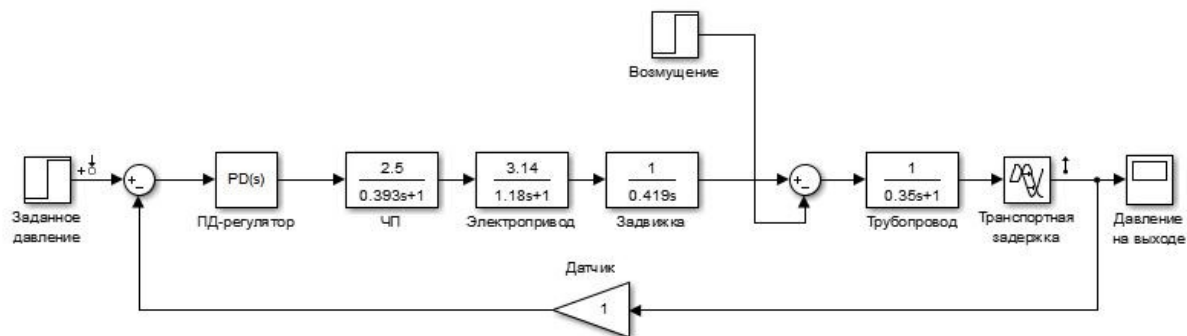


Рисунок 8 – Модель в Simulink

График переходного процесса САР мы можем наблюдать на рисунке 9:

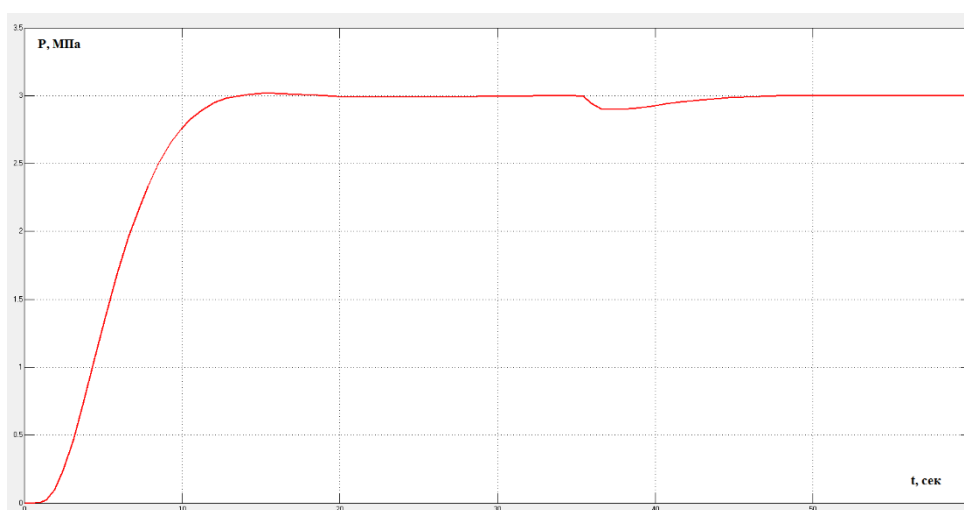


Рисунок 9 – График переходного процесса

Из графика переходного процесса видно, что система имеет очень малое перерегулирование, время переходного процесса около 13 секунд. Процесс установившийся, система устойчива. На 35 секунде введено возмущающее воздействие, как видно система с ним справляется.

2.9 Экранные формы АС

Управление в автоматизированной системы эжектора реализовано с использованием SCADA-системы Master SCADA. Так как для автоматизированная система управления блока подготовки газа на УКПГ работает с Master SCADA, то нам необходимо создать еще одну экранную форму.

Master SCADA предназначена для разработки систем визуализации технологических процессов, обеспечивающих возможность управления и наблюдения за состоянием технологического процесса. Master SCADA выполнена по технологии COM/DCOM, с использованием промышленного стандарта OPC для обмена данными между программными компонентами АСУТП.

Основные компоненты MASTER SCADA:

- Среда разработки.
- Среда исполнения.
- Сервер базы данных реального времени переменных процесса.
- Сервер доступа к архиву истории технологического процесса.
- Система формирования, просмотра и печати отчетов.

Среда исполнения обеспечивает пользовательский интерфейс оператора-технолога с АСУТП, используя экранные формы и различные элементы управления. Экранные формы позволяют отображать текущую и архивную информацию о технологическом процессе в виде

- мнемосхем
- сообщений
- графиков/трендов
- отчетов (рапортов) оператора различной формы.

Оператору АРМ доступны следующие мнемосхемы:

- эжектор (приложение 3);
- разделитель II ступени;

На мнемосхеме «эжектор» представлена схема работы эжектора. Как видно на рисунке основную часть видеокadra занимает схема, которая содержит оборудование и текущую информацию о его работе в видеоцветовых индикаторов и мнемознаков. Слева расположена панель управления работой эжектора, которая содержит управление конкретно выделенным объектом схемы, структуру объектов схемы, панель

инструментов, а также информацию о текущем пользователе, а также текущем времени и дате. Снизу располагается лог действий оператора АСУ.

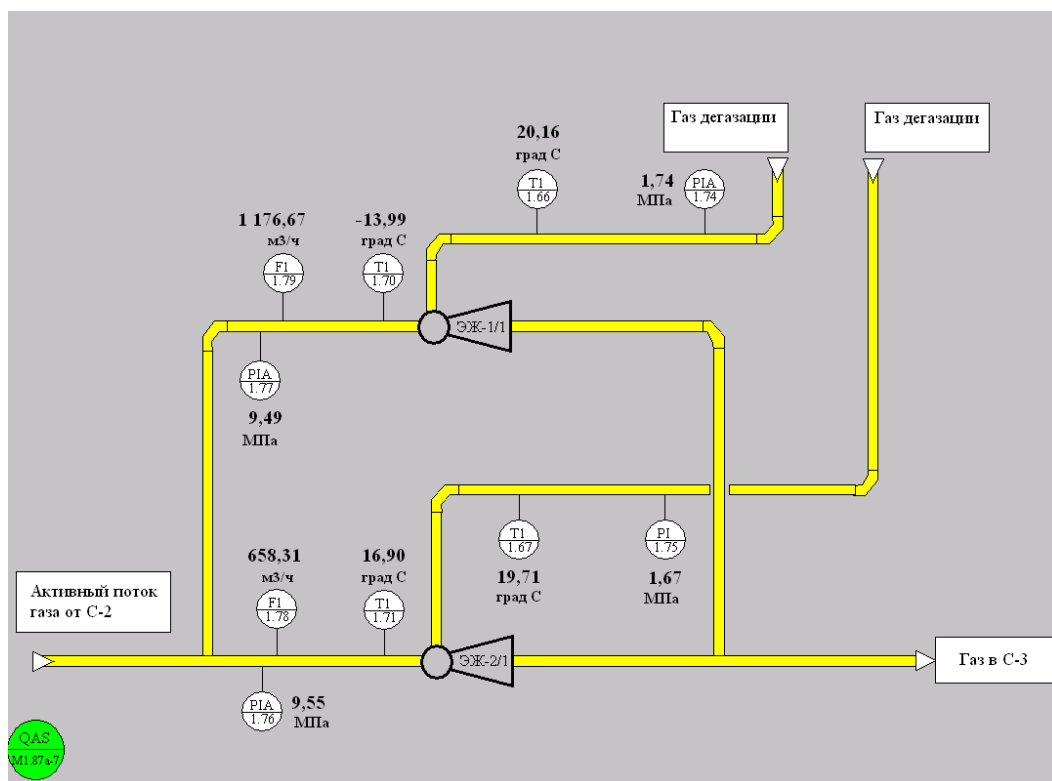


Рисунок 10 – Мнемосхема

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8ТЗ1	Мироненко Иван Андреевич

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, ставки налоговых отчислений во внебюджетные фонды, районный коэффициент
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение назначения объекта и определение целевого рынка
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, составление графика работ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8ТЗ1	Мироненко Иван Андреевич		

3 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями результатов исследования являются коммерческие организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли, в частности – газодобывающие компании. Для данных предприятий разрабатывается модернизация АС блока подготовки газа (эжектора), установки комплексной подготовки газа УКПГ.

В таблице 6 приведены основные сегменты рынка по следующим критериям: размер компании-заказчика и направление деятельности.

Таблица 7- Карта сегментирования рынка

		Направление деятельности			
		Проектирование строительства	Выполнение проектов строительства	Разработка АСУ ТП	Внедрение SCADA систем
Размер компании	Мелкая	+	+	+	-
	Средняя	+	+	+	+
	Крупная	+	+	+	+

Согласно карте сегментирования, можно выбрать следующие сегменты рынка: разработка АСУ ТП и внедрение SCADA-систем для средних и крупных компаний.

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Данный анализ проводится с помощью оценочной карты для сравнения конкурентных технических решений, приведенной в таблице 7:

Таблица 8 - Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Проект АСУ ТП	Существующая система	Разработка АСУ ТП	Проект АСУ ТП	Существующая система	Разработка АСУ ТП
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Повышение производительности	0,19	5	3	4	0,95	0,57	0,76
Удобство в эксплуатации	0,11	4	2	3	0,44	0,22	0,33
Простота эксплуатации	0,08	4	5	3	0,32	0,4	0,24
Надежность	0,18	5	4	5	0,9	0,72	0,9
Безопасность	0,16	4	5	5	0,64	0,8	0,8
Экономические критерии оценки эффективности							
Конкурентоспособность продукта	0,08	3	1	2	0,24	0,08	0,16
Цена	0,11	4	4	1	0,44	0,44	0,11
Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	4	3	5	0,36	0,27	0,45
Итого:	1	33	27	28	4,29	3,5	3,75

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод, что разрабатываемая модернизация АС блока подготовки газа (эжектора), установки УКПГ является наиболее эффективной. Уязвимость конкурентов объясняется наличием таких причин, как меньшее увеличение производительности, более низкая устойчивость и надежность, высокая цена и низкий срок эксплуатации.

3.1.2 SWOT – анализ

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы).

Матрица SWOT-анализа представлена в таблице 8.

Таблица 9 - SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Экономичность и энергоэффективность проекта. С2. Наличие опытного руководителя. С3. Более низкая стоимость. С4. Актуальность разработки.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие работающего прототипа. Сл2. Большой срок поставок оборудования. Сл3. Медленный процесс вывод на рынка новой системы.
Возможности: В1. Большой потенциал применения данной системы. В2. Использование существующего ПО. В3. Повышение стоимости конкурентных разработок	Большой потенциал применения обуславливается введением системы управления, мало распространенной на территории РФ и находящейся на уровне лучших зарубежных аналогов. Использование существующего программного обеспечения позволяет не тратить время и деньги на создание уникального ПО.	Санкции, наложенные на РФ, и высокий курс евро/доллара будут ограничивать появление новых иностранных технологий на российском рынке.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии. У2. Развитая конкуренция. У3. Сложность перехода на новую систему.	Новая система управления и актуальность разработки не сказываются на спросе Противодействие со стороны конкурентов не повлияет на наличие опытного руководителя.	Медленный ввод данной системы в эксплуатацию позволит переждать возможных скачков на рынке спроса.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- 1) определение структуры работ в рамках научного исследования;
- 2) определение участников каждой работы;
- 3) установление продолжительности работ;
- 4) построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 10.

Таблица 10 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследования	2	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер
	3	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер
	4	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер
	5	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер

Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
Разработка технической документации и проектирование	7	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер
	8	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер
	9	Составление схемы информационных потоков	Инженер
	10	Разработка схемы внешних проводок	Инженер
	11	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер
	12	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер
	13	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер
	14	Проектирование SCADA-системы	Инженер
Оформление отчета	15	Составление пояснительной записки	Инженер

3.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни. Для этого необходимо рассчитать коэффициент календарности по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

В таблице 11 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.


















Таблица 11 – Временные показатели проведения работ

	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
	t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{ож}}$			
Составление и утверждение технического задания	2	3	2,4	Р	2,4	4
Изучение существующих объектов проектирования	1	2	1,4	И	1,4	2
Календарное планирование работ	0,5	1	0,7	Р,И	0,35	1
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	2	6	3,6	И	3,6	5
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	0,5	1	0,7	И	0,7	1
Оценка эффективности полученных результатов	1	1,5	1,2	Р,И	0,6	1
Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	1	3	1,8	И	1,8	3
Составление перечня вход/выходных сигналов	0,5	1	0,7	И	0,7	1
Составление схемы информационных потоков	0,5	1	0,7	И	0,7	1
Разработка схемы внешних проводок	1	2	1,4	И	1,4	2
Разработка алгоритмов сбора данных	1	2	1,4	И	1,4	2
Разработка алгоритмов автоматического регулирования	0,5	1	0,7	И	0,7	1
Разработка структурной схемы автоматического регулирования	2	4	2,8	И	2,8	4
Проектирование SCADA-системы	2	3	2,4	И	2,4	4
Составление пояснительной записки	2	4	2,8	И	2,8	4
Итого	Инженер				21,35	32
	Руководитель				3,35	6

На основе таблицы 11 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. В таблице 12 приведен календарный

план-график с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 12 - план-график

№ работ	Вид работ	Исполнители	Продолжительность выполнения работ			
			март			апрель
			1	2	3	1
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель				
2	Изучение существующих объектов проектирования	Инженер				
3	Календарное планирование работ	Руководитель				
		Инженер				
4	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер				
5	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими	Инженер				
6	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель				
		Инженер				
7	Разработка функциональной схемы автоматизации по ГОСТ и ANSI/ISA	Инженер				
8	Составление перечня вход/выходных сигналов	Инженер				
9	Составление схемы информационных потоков	Инженер				
10	Разработка схемы внешних проводок	Инженер				
11	Разработка алгоритмов сбора данных	Инженер				
12	Разработка алгоритмов автоматического регулирования	Инженер				
13	Разработка структурной схемы автоматического регулирования	Инженер				
14	Проектирование SCADA-системы	Инженер				
15	Составление пояснительной записки	Инженер				

Руководитель



Инженер



3.3 Бюджет научно-технического исследования

3.3.1 Расчет материальных затрат

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 13 приведены материальные затраты. В расчете материальных затрат учитывается транспортные расходы и расходы на установку оборудования в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 13 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы
Контроллер "Allen Bradley Micro 850"	шт.	1	278 300	347875
Расходомер "Prowirl 72W"	шт.	1	194 000	223100
Датчики давления "Endress+Hauser Cerebar S PMP75"	шт.	3	90 000	310500
Датчик температуры "Enress+Hauser Omnigrad T TR24"	шт.	3	61 400	211830
Газоанализатор "Drager Polytron 2XP Ex"	шт.	1	117 500	135125
Задвижка "AUMA AVK"	шт.	2	214 750	515400
Электропривод "AUMA DN 50-400"	шт.	2	132 000	330000
Итого:				2073830

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование

В данной статье расхода включаются затраты на приобретение специализированного программного обеспечения для программирования Allen Bradley Micro 850. В таблице 14 приведен расчет бюджета затрат на приобретение программного обеспечения для проведения научных работ:

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на приобретения ПО

Наименование	Количество единиц	Цена единицы оборудования	Общая стоимость
SCADA ViS@	1	34 400	34 400
итого:			34 400

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблицу.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{он}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Оклады приняты согласно окладам работников ТПУ.

Руководитель – Ассистент (без уч. степени) – 21760 руб.

Инженер – УВП – 9489 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 15.

Таблица 15 – основная заработная плата

Исполнители	Тарифная заработная плата, руб	Районный коэффициент, %	месячный должностной оклад работника, руб	Среднедневная заработная плата, руб	продолжительность работ, кол-во дней	Заработная плата основная, руб
Руководитель	21760	30	44730,4	2236,52	3,35	7492,34
Инженер	9489	30	22204,3	1110,21	21,35	23702,98
Итого:						31195,32

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды составляет 30%.

Таблица 16 - отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель проекта	7492,34	1123,85
Инженер	23702,98	3555,45
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,00	30,00
Итого:	9358,59	1403,79

3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (2073830 + 34400 + 84275,87 + 12641,38 + 29075,18) \cdot 0,16 = 329973,36 \text{ руб.}$$

Где 0,16 - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

3.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 17.

Таблица 17 – расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты	2073830
2. Затраты на специальное оборудование	34 400
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	31195,32
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	4679,3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	10762,38
6. Накладные расходы	329973,36
7. Бюджет затрат НТИ	2484840,36

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}},$$

где $I_{финр}^{испi}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Так как разработка имеет одно исполнение, то

$$I_{финр}^p = \frac{\Phi_p}{\Phi_{max}} = \frac{2484840,36}{2900000} = 0,85;$$

В работе рассмотрены аналоги:

Аналог 1 – существующая система АСУ ТП, спроектированная компанией АО «ТомскНИПИнефть». Система АСУ ТП разработана на базе оборудования Siemens и Метран;

Аналог 2 – спроектированная система АСУ ТП компанией ООО «Энергогазпроект». Система АСУ ТП разработана на базе промышленного оборудования Schneider Electric.

Смета бюджетов для рассмотренных аналогов составляет:

	Проектируемая АСУ ТП	Аналог 1	Аналог 2
Бюджет затрат, руб	2484840,36	2900000	2800000

Для аналогов соответственно:

$$I_{финал}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{2900000}{2900000} = 1; I_{финал}^{a2} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{2800000}{2900000} = 0,965;$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности представлен ниже.

Таблица 18–Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1.Повышение производительности	0,23	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,14	4	2	3
3. Простота эксплуатации	0,25	4	5	3
4. Надёжность	0,27	5	4	5
5. Безопасность	0,11	4	5	5
ИТОГО	1	4,4	3,8	4,1

$$I_{\text{тп}} = 5 \cdot 0,23 + 4 \cdot 0,14 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,27 + 4 \cdot 0,11 = 4,5;$$

$$\text{Аналог 1} = 3 \cdot 0,23 + 2 \cdot 0,14 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,27 + 5 \cdot 0,11 = 3,85;$$

$$\text{Аналог 2} = 4 \cdot 0,23 + 3 \cdot 0,14 + 3 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,27 + 5 \cdot 0,11 = 4,19.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{финр}^p$) и аналога ($I_{финаi}^{ai}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{финр}^p}; I_{финаi}^{ai} = \frac{I_m^{ai}}{I_{финаi}^{ai}};$$

В результате:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{финр}^p} = \frac{4,5}{0,85} = 5,29;$$

$$I_{фина1}^{a1} = \frac{I_m^{a1}}{I_{фина1}^{a1}} = \frac{3,85}{1} = 3,85; I_{фина2}^{a2} = \frac{I_m^{a2}}{I_{фина2}^{a2}} = \frac{4,19}{0,965} = 4,34.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финаi}^{ai}}$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,85	1	0,965
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,85	4,19
3	Интегральный показатель эффективности	5,29	3,85	4,34
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения		1,37	1,21

Таким образом, основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, проведя необходимый сравнительный анализ, можно сделать вывод о превосходстве выполненной разработки над аналогами.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8ТЗ1	Мироненко Ивану Андреевичу

Школа	ИШИТР	Отделение	АиР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Автоматизация технологических процессов и производств (в нефтегазовой отрасли)

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочей зоной является эжектор на установке комплексной подготовки газа. Технологический процесс представляет собой автоматическое управление и контроль основных параметров эжектора на УКПГ. Вредными факторами производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: повышенный уровень шума и вибрации, повышенный уровень электромагнитных излучений. Опасными проявлениями факторов производственной среды, которые могут возникнуть на рабочем месте, являются: электрический ток. Чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть на рабочем месте, является возникновение пожара.</p>
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 12.0.003-2015 2. СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. 3. СП 51.13330.2011. 4. ГОСТ 31192.2-2005 5. СанПиН 2.2.4.1191-03 6. Гост Р 12.1.019 – 2009
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>В ходе анализа производственной среды на предмет вредных факторов было выявлено следующее:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышенный уровень шумов на рабочем месте. 2. Повышенный уровень вибрации. 3. Электромагнитные излучения.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства 	<p>Электрический ток (источником является датчики, исполнительные механизмы и другое электрооборудование автоматики)</p> <p>Пожар (попутная нефть, является легковоспламеняющейся жидкостью)</p> <p>Взрыв (основным веществом с которым работает УКПГ является газ, который</p>

защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	является взрывоопасным веществом)
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Воздействие на селитебную зону не происходит. Гидросферу незначительное. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом Воздействуя на литосферу происходит в результате производства, обслуживания и утилизации оборудования.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возможные ЧС на объекте: утечка газа, возгорание, взрыв. Наиболее распространённым типом ЧС является пожар, взрыв.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Рабочее место должно соответствовать требованиям: ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности и настоящего стандарта».
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ИШХБМТ	Невский Егор Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Т31	Мироненко Иван Андреевич		

4 Социальная ответственность

Введение

В данном разделе ВКР рассматриваются вопросы обнаружения и анализа вредных и опасных факторов труда на установке комплексной подготовки газа, минимизация негативных последствий проектируемой деятельности в соответствии с требованиями санитарных норм и правил, техники безопасности и пожарной безопасности.

В данном разделе выпускной квалификационной работы представлены и рассмотрены основные факторы, оказывающие влияние на работников предприятия, такие как производственная и экологическая безопасность. Также разработан комплекс мероприятий, снижающий негативное воздействие проектируемой деятельности на работников и окружающую среду.

В ВКР рассматривается модернизация автоматизированной системы управления технологическим процессом эжектора установки комплексной подготовки газа (УКПГ). Автоматизация производства позволяет осуществлять технологические процессы без непосредственного участия обслуживающего персонала. При полной автоматизации роль обслуживающего персонала ограничивается общим наблюдением за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. В данном разделе выпускной квалификационной работы дается характеристика рабочей зоны, которой является эжектор, непосредственно куда проектировалась автоматизированная система управления. Проанализированы опасные и вредные факторы.

4.1 Профессиональная социальная безопасность

4.1.1 Анализ вредных факторов

4.1.1.1 Повышенный уровень шума

Одним из важных факторов, влияющих на качество выполняемой работы, является шум. Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума (выше 80 дБ(А)) на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

При выполнении работ на рабочих местах в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещениях предельно допустимое звуковое давление равно 75 дБА [9].

Нормирование уровней шума в производственных условиях осуществляется в соответствии с СП 51.13330.2011 [10].

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Гц. Допустимым уровнем звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочем месте следует принимать данные из таблицы 20.

Таблица 20 – Допустимые уровни звукового давления

Помещения и рабочие места	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц					Уровень звука, дБА
	63	12	26	10	4000	
Помещения управления, рабочие комнаты	79	70	68	55	50	60

После модернизации автоматизированной системы управления увеличилось число оборудования, которое является источником шума. В состав источников шума в проектируемой системе являются электроприводы и клапана, пожарные сигнализации, компрессора.

До разработки системы автоматизированного управления шум на площадке составлял 65 дБ, после внедрения автоматизированной установки снизился до 60 дБ. Это связано с внедрением более новой автоматики и исполнительных механизмов. При этом дополнительных мер защиты, как наушники не требуется.

4.1.1.2 Повышенный уровень вибрации

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, ГОСТ 31192.2-2005. Вибрация. измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека [11].

Вибрация определяется следующими основными параметрами:

- частота f , Гц;
- амплитуда колебаний d , мм.

Таблица 21 – Гигиенические нормы вибрации

Вид вибрации	Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц			
	2	4	8	50
Технологическая	108	99	93	92

Основными источниками вибрации в месте эжектора являются работающие

задвижки, электроприводы, компрессора.

Методы защиты от вибрации:

- снижение вибрации в источнике ее возникновения: замена динамических технологических процессов статическими, тщательный выбор режима работы оборудования, тщательная балансировка вращающихся механизмов;
- уменьшение параметров вибрации по пути ее распространения от источника: вибродемпфирование, виброгашение, виброизоляция, жесткое присоединение агрегата к фундаменту большой массы.

Средства индивидуальной защиты не требуются, так как вибрация не значительная. Внедрение современной автоматики с пониженными уровнями вибрации. В рабочей зоне отсутствует оборудование с источниками большой вибрации.

4.1.1.3 Электромагнитное излучение

Все приборы, работающие от электросети, оказывают влияние на окружающее их электромагнитное поле – физическое поле, которое взаимодействует со всеми телами, обладающими хотя бы минимальным электрическим зарядом. К таким телам принадлежит и человеческий организм. Наше тело вырабатывает немало электрических импульсов. Сигналы нервной системы, сокращения сердечной мышцы и ряд других функций осуществляются при помощи тока электрических импульсов по живым волокнам. Электромагнитное излучение от приборов создает возмущения в физическом поле. В настоящий момент общая «масса» таких возмущений уже стала критической и превратилась в своеобразный вид экологического загрязнения, который невозможно увидеть невооруженным глазом.

Чаще всего мы не ощущаем влияния электромагнитного излучения, но если оно достигает колоссальной мощности, то человек чувствует его как выброс тепла. Достаточно мощное излучение можно зафиксировать при

помощи специальной аппаратуры. Но то влияние, которое оказывает на нас ежедневное «общение» с электроприборами и вычислительной техникой, остается незамеченным.

На производстве имеется множество источников электромагнитных полей (высоко- и низковольтные кабели, шины, трансформаторы тока и напряжения, распределительные шкафы, шкафы управления, а также насосные агрегаты, работающие от сети переменного тока).

Согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 – Электромагнитные поля в производственных условиях допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания работающих без средств защиты в электрическом поле приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Допустимые уровни магнитного поля и длительность пребывания

Время пребывания, час	Допустимые уровни МП, Н [А/м]/В [мкТл] при воздействии	
	Общем	Локальном
<=1	1600/2000	6400/8000
2	800/1000	3200/4000
4	400/500	1600/2000
8	80/100	800/1000

После внедрения автоматизированного комплекса, уровень магнитного поля не превышает 300 А/м, а время пребывания обслуживающего персонала не более 1,5 часов в смену. Трансформаторы (активная часть) – помещены в металлических маслонеполненный бак, вся коммутационная аппаратура устанавливается в металлических шкафах.

Уровень влияния магнитного поля незначителен, следовательно, дополнительных средств защиты от магнитного излучения не требуется.

4.1.2 Анализ опасных факторов

4.1.2.1 Электробезопасность

Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В. Это может произойти по оплошности в случае прикосновения к открытым токоведущим частям, но чаще всего из-за различных причин (перегрузки, не совсем качественная изоляция, механические повреждения и др.). В процессе эксплуатации может ухудшиться изоляция токоведущих частей, в том числе шнуров питания, в результате чего они могут оказаться под напряжением, и случайное прикосновение к ним чревато электротравмой, а в тяжелых случаях — и гибелью человека.

Зоной, повышенной электроопасности являются места подключения электроприборов и установок. Нередко подключающие розетки располагают на полу, что недопустимо. Часто совершается другая ошибка — перегрузка розеток по мощности, и, как следствие, происходит нарушение изоляции, приводящее к короткому замыканию.

Во время монтажа и эксплуатации линий электросети необходимо полностью сделать невозможным возникновения электрического источника возгорания в следствии короткого замыкания и перегрузки проводов, ограничивать применение проводов с легковоспламеняющейся изоляцией и, за возможности, перейти на негорючую изоляцию.

Линия электросети для питания шкафов автоматики, периферийных устройств и оборудования для обслуживания, ремонта и наладивания

шкафов автоматики выполняется как отдельная групповая трехпроводная сеть, путем прокладки фазового, нулевого рабочего и нулевого защитного проводников. Нулевой защитный проводник используется для заземления (зануление) электроприемников и прокладывается от стойки группового распределительного щита, распределительного пункта к розеткам питания.

Использование нулевого рабочего проводника как нулевого защитного проводника запрещается, а также не допускается подключение этих проводников на щите до одного контактного зажима.

Площадь перерезу нулевого рабочего и нулевого защитного проводника в групповой трехпроводной сети должна быть не меньше площади перерезу фазового проводника. Все проводники должны отвечать номинальным параметрам сети и нагрузки, условиям окружающей среды, условиям деления проводников, температурному режиму и типам аппаратуры защиты, требованиям ПОЭ.

При проектировании автоматизированной системы добавилось большое количество электроприборов, таких как датчики, исполнительные механизмы с электроприводами.

Данное оборудование работает от постоянного тока, с напряжением 24 В, относительная влажность воздуха 50%, средняя температура около 24°C.

Для указанных электроприборов никаких дополнительных средств электрозащиты не требуется, т. к. при низковольтном напряжении 24 В, вероятность поражения током маловероятна. Для гашения дуги исполнительных реле, были подобраны реле со встроенным дугогасительным устройством.

Контроллерное оборудование, исполнительные нагревательные элементы работают от сети переменного напряжения 220 В и частотой 50 Гц. Данное оборудование подключено через распределительный шкаф. Эти виды оборудования являются потенциальными источниками опасности поражения человека электрическим током. При осмотре, работе, наладке этого

оборудования возможен удар током при соприкосновении с токоведущими частями оборудования.

Для обеспечения безопасности в данном случае необходимо установить защитные барьеры или ограждения в близи от распределительного шкафа. Поставить табличку «Опасно. Высокое напряжение».

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходима изоляция токоведущих частей, установлено защитное отключение, защитное заземление и зануление [13].

4.1.3 Экологическая безопасность

В процессе эксплуатации УКПГ, а именно контроль качества газа и его учета, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду. По влиянию и длительности воздействия данные источники загрязнения относятся к прямым и постоянно действующим. Предельно допустимые выбросы в атмосферу определяются «Методика по нормированию и определению выбросов вредных веществ в атмосферу».

В процессе хранения осушки, очистки, хранения нефти и газа, появляются источники негативного химического воздействия на окружающую среду.

На УКПГ происходит выделение газоконденсатов с последующим сбором в емкости для сбора газоконденсата. При хранении в емкости газоконденсат выделяет пары, которые по степени воздействия на организм человека, относятся к 4 классу опасности (вещества малоопасные).

На предприятии проводятся мероприятия по уменьшению испарения газоконденсатов, путем герметизации емкости для сбора газоконденсата и откачивании его по соответствующему графику

Воздействие на селитебные зоны не распространяется, в связи удаленностью данного предприятия от жилой зоны.

Воздействия на атмосферу незначительное, т. к. системы противоаварийной защиты позволяют быстро реагировать на любые утечки, аварии и другие опасные ситуации. При этом все технологические аппараты оснащены защитными фильтрами.

Воздействие на гидросферу. С целью охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления.

Воздействие на литосферу. В связи с тем, что для производства и обслуживания оборудования средств автоматизации необходимы ресурсы, оказывается влияние на литосферу, а именно на недра земли, добыча ископаемых. В этом случае мы не можем повлиять на защиту литосферы, однако после использования оборудования необходимо его утилизировать в соответствующих местах утилизации.

4.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.2.1 Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [15]. Пожары на предприятиях и в быту приносят значительный материальный ущерб, поэтому пожарной безопасности уделяют особое внимание.

К основным причинам пожаров на УКПГ можно отнести следующие:

- непредвиденная утечка природного газа, что может привести к опасной концентрации природного газа 5%-15%
- короткие замыкания в цепях систем автоматики;
- негерметичное соединение приборов и датчиков;
- несоблюдение правил пожарной безопасности на территории УКПГ (курение и т. п.).

Пожарная безопасность на УКПГ в соответствии с требованиями [16] должна обеспечиваться за счет:

- предотвращения утечки природного газа;
- предотвращения образования на территории УКПГ горючей паровоздушной среды и предотвращение образования в горючей среде источников зажигания;
- противоаварийной защиты, способной предотвратить аварийный выход газа, оборудования, трубопроводов;
- организационных мероприятий по подготовке персонала, обслуживающего УКПГ, к предупреждению, локализации и ликвидации аварий, аварийных утечек, а также пожаров и загораний.

Как известно, горение природного газа или взрыв происходит в непроветриваемых помещениях при ПДК 5%-15%. Основным приемом для предотвращения возгорания является своевременное перекрытие запорной арматуры, с целью отключения участка возгорания от подачи газа. Также на территории УКПГ должен иметься пожарный щит с наличием средств пожаротушения. Наличие в неветриваемых помещениях сигнализаторов с чувствительными элементами, сигнализирующие об утечки газа. На территории УКПГ быть установлены знаки пожарной безопасности для обозначения места расположения пожарного инвентаря, оборудования, гидрантов, колодцев и т.д., проходов к нему, схема эвакуации, а также для обозначения запретов на действия, нарушающие пожарную безопасность.

УКПГ оборудован лафетными стояками, системами пожарного водопровода. При пожаре включаются противопожарные насосные станции. Наружная установка по периметру оснащена пеногенераторными стояками, системами паротушения.

Мероприятия по предупреждению пожара:

- электрооборудование взрывозащищенного исполнения;
- напряжение для переносного электроинструмента и освещение не более 42В;
- систематическая проверка исправности заземления;
- герметизация технологического оборудования.

После внедрения автоматизированной системы управления добавилось электрооборудование, которое потенциально повышает вероятность воспламенения. В связи с этим все датчики были подобраны со взрывобезопасным исполнением, дополнительно были заказаны искробезопасные цепи. Дополнительных первичных средств пожаротушения не требуется.

4.2.2 Взрывобезопасность

В связи с тем, что основной рабочей зоной является блок эжектора, который связан с газом, то необходимо рассмотреть взрывобезопасность. Взрывоопасными являются сепараторы, отстойники и трубопроводы перекачивающие газ, места соединений с исполнительными механизмами. В первую очередь необходимо распределительный шкаф автоматики вынести за блок бокс коммерческого узла учета газа.

Для предотвращения образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений содержания взрывоопасных веществ применялось герметичное производственное оборудование, вмонтированы системы рабочей и аварийной вентиляции, установлен отвод, удаление взрывоопасной среды и веществ, способных привести к ее образованию в соответствии с ГОСТ 12.1.010-76 – Взрывобезопасность [19].

Установлены дополнительно датчики загазованности, для контроля состава воздушной среды.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы разработаны технические решения для модернизации АС блока подготовки газа на установке комплексной подготовки газа УКПГ. В работе была предложена и модернизирована часть блока подготовки газа – эжектор. В результате был произведен сравнительный анализ оборудования, подобраны первичные преобразователи исходя из требований к надежности, цене, выходному сигналу, типу исполнения. В качестве контроллера был оставлен Schneider Electric.

В ВКР рассмотрен технологический процесс блока подготовки газа УКПГ. Были разработаны функциональная схема, структурная схема, а также схема внешних проводок. Были разработаны алгоритмы сбора данных, а также САР технологическим параметром. Был настроен ПД-регулятор, после показан переходный процесс, который получился с маленьким перерегулированием, при введении возмущающего воздействия, система с ним справилась.

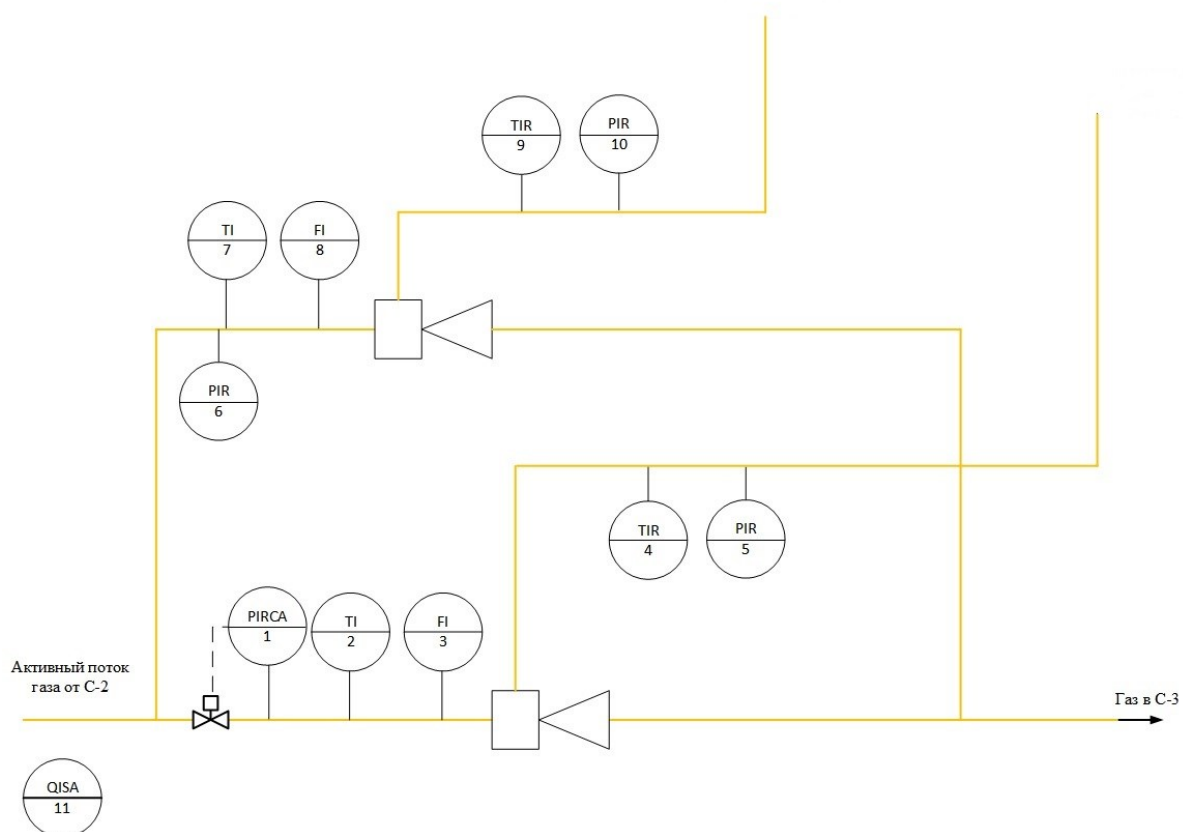
В результате выполнения выпускной квалификационной работы модернизирована АС блока подготовки газа (эжектора) установки комплексной подготовки газа, которая полностью удовлетворяет поставленной задаче.

Список используемых источников

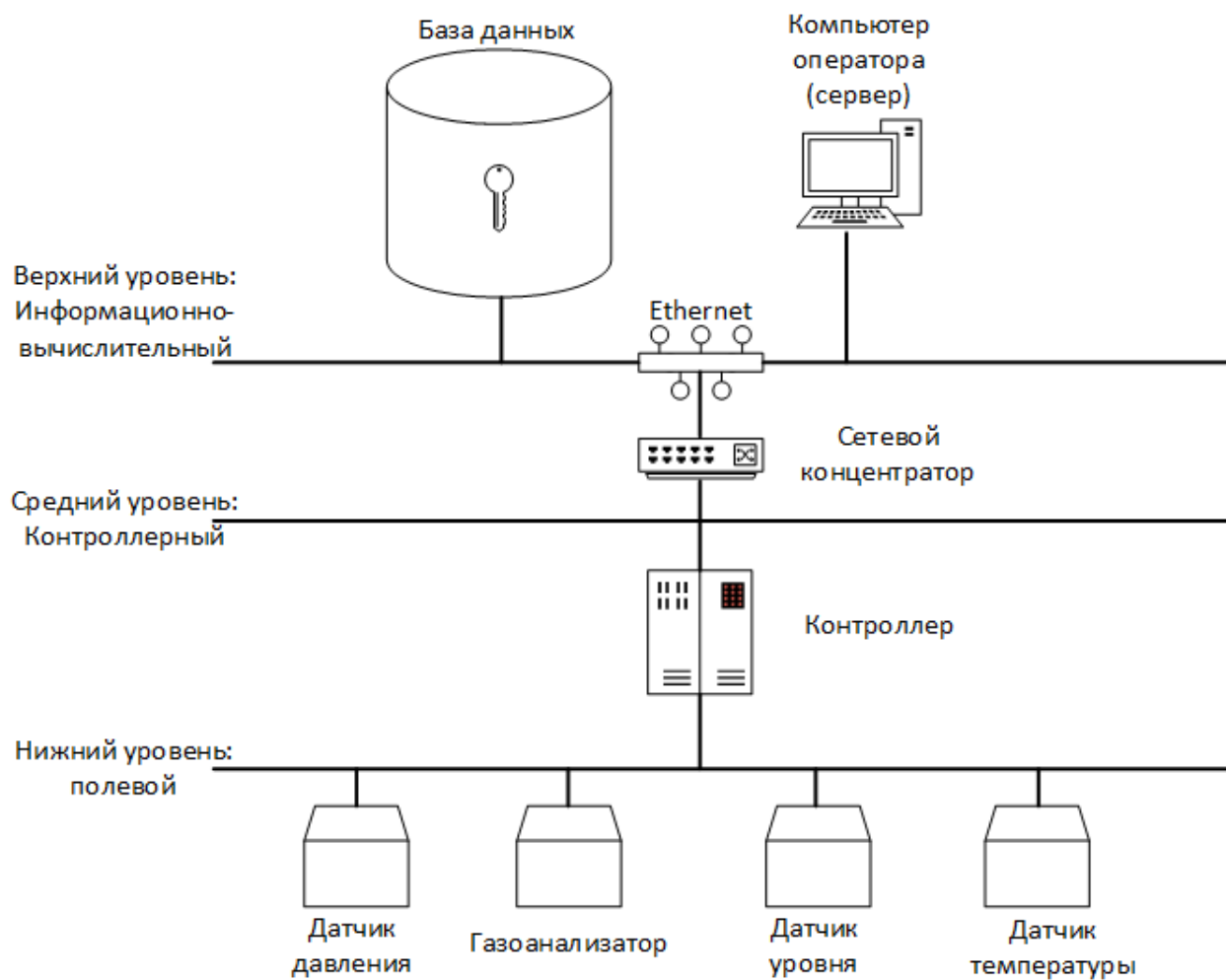
1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. — Томск, 2009.
2. Ключев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Ключев А. А.; под ред. А.С. Ключева. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 464 с.
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001. — 247 с.
4. ГОСТ 21.408-93 Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов М.: Издательство стандартов, 1995.— 44с.
5. Разработка графических решений проектов СДКУ с учетом требований промышленной эргономики. Альбом типовых экранных форм СДКУ. ОАО «АК Транснефть». — 197 с.
6. Комягин А. Ф., Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП газонефтепроводов. Ленинград, 1983. — 376 с.
7. Попович Н. Г., Ковальчук А. В., Красовский Е. П., Автоматизация производственных процессов и установок. — К.: Вицашк. Головное изд-во, 1986. — 311с.
8. СанПиН 2.2.4.548 — 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М.: Минздрав России, 1997.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
10. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562 — 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
13. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды: учебник для вузов. – М.: Изд-во Юрайт, 2013. – 671с.
14. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
15. ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
16. ВППБ 01-04-98. Правила пожарной безопасности для предприятий и организаций газовой промышленности.
17. ГОСТ 12.2.032-78. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ.
19. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность

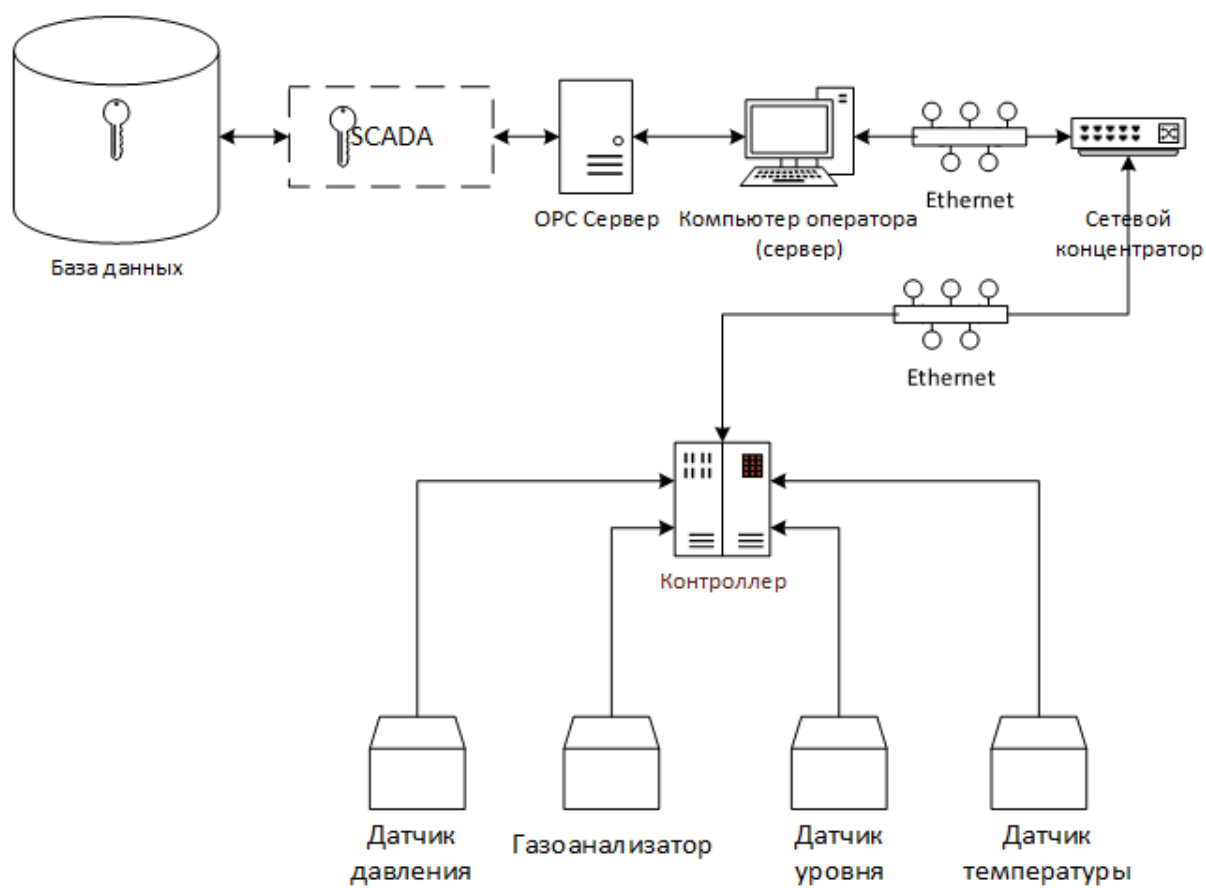
Приложение А



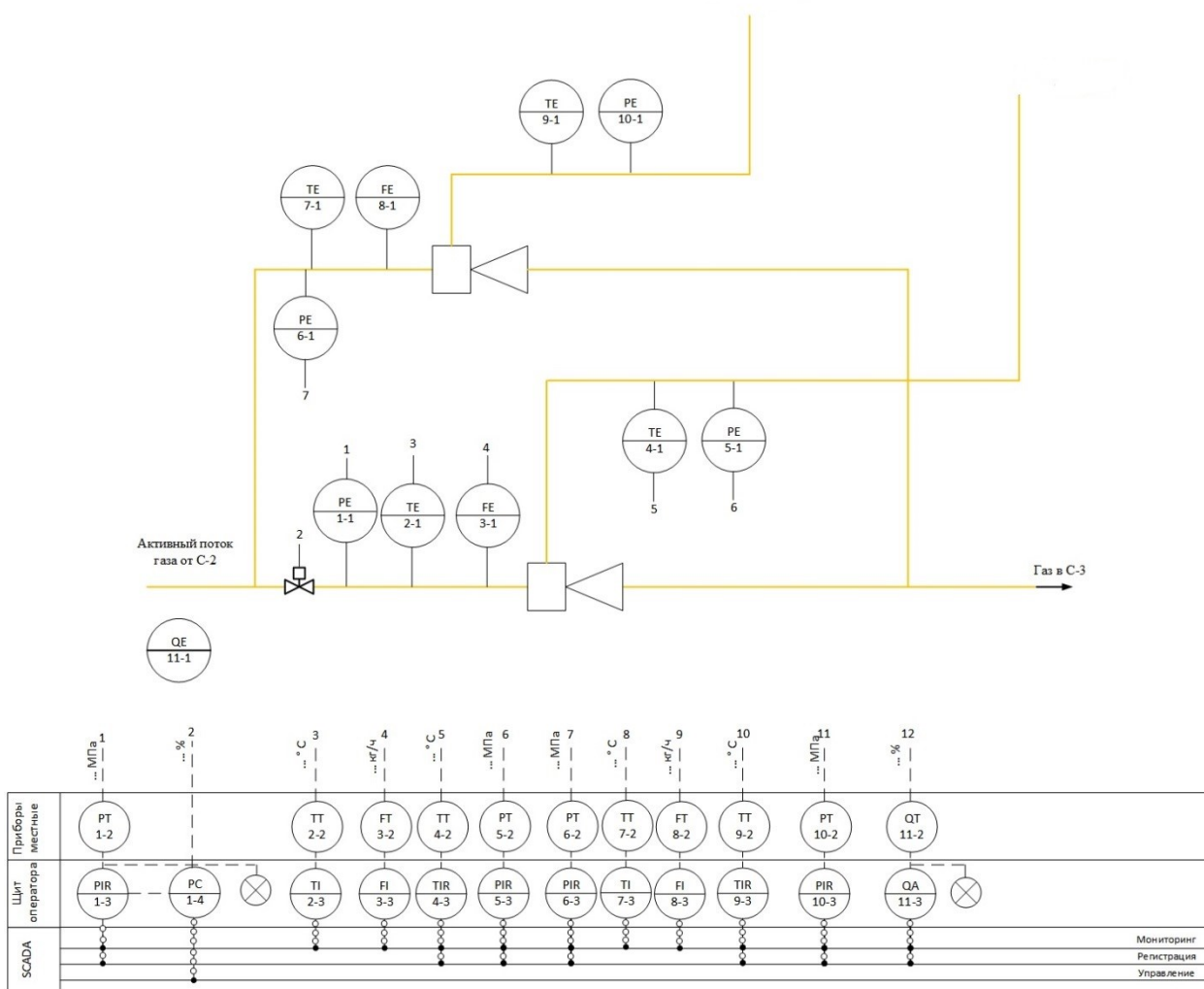
Приложение Б



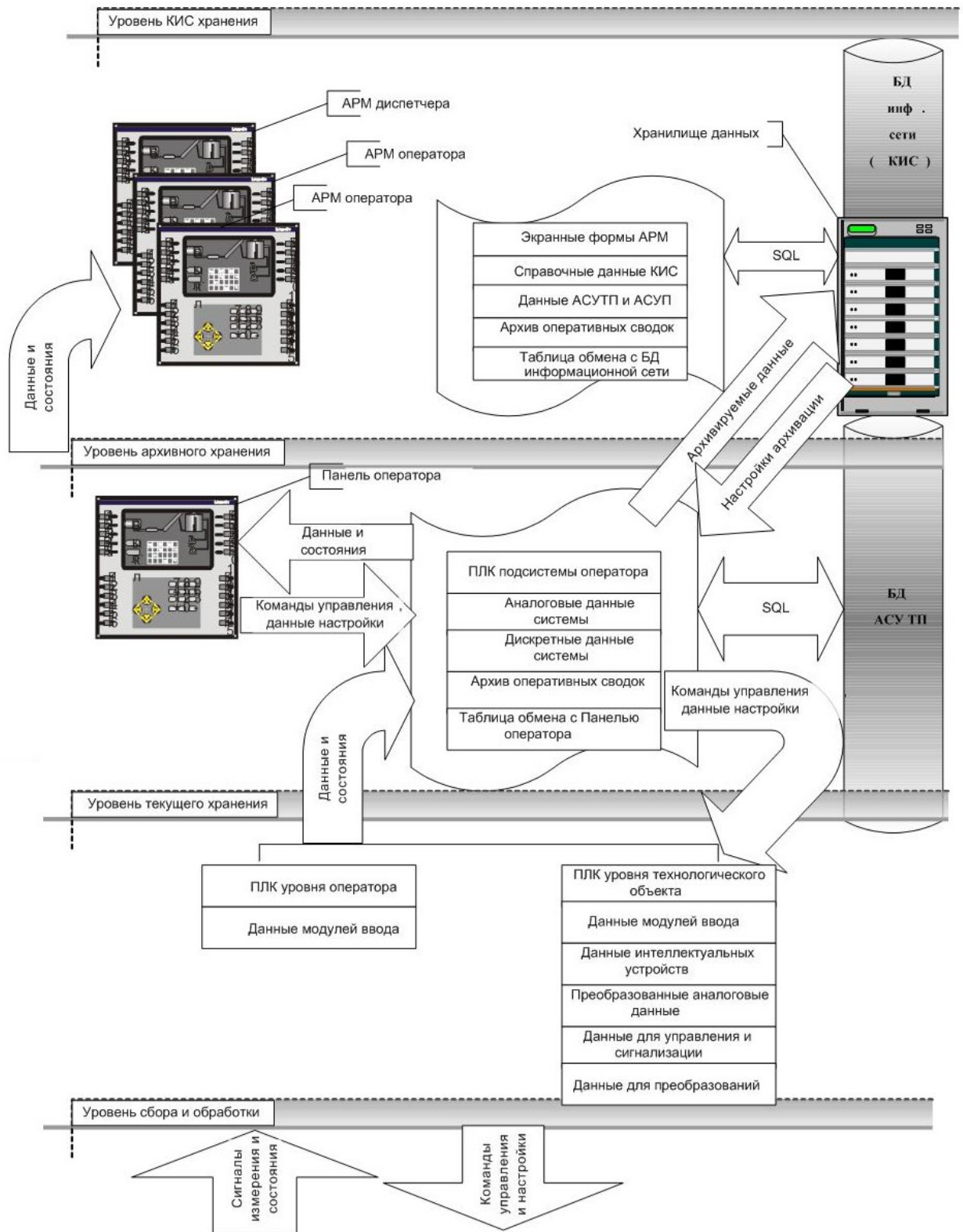
Приложение В



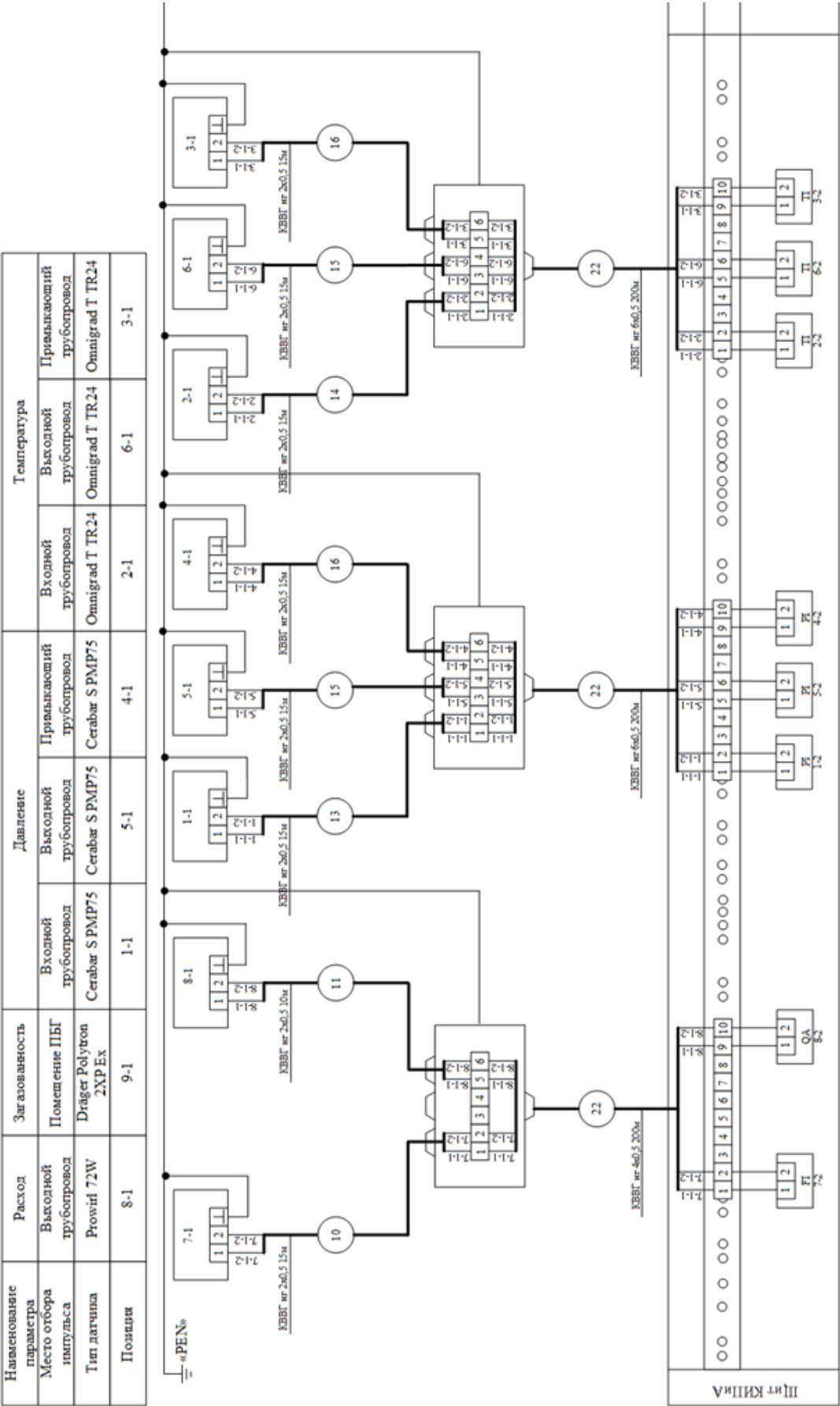
Приложение Г



Приложение Д



Приложение Е



Приложение Ж

